

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. Juni 2005 (02.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/050321 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G03F 7/20**,  
G02B 13/14

(74) Anwalt: **RUFF, WILHELM, BEIER, DAUSTER &  
PARTNER**; Kronenstrasse 30, 70174 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/011677**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Oktober 2003 (22.10.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **CARL ZEISS SMT AG** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse  
22, 73447 Oberkochen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DODOC, Aurelian**  
[RO/DE]; Hainbuchenweg 7, 73447 Oberkochen (DE).  
**ULRICH, Wilhelm** [DE/DE]; Ledetackerring 44, 73434  
Aalen (DE). **ROSTALSKI, Hans-Jürgen** [DE/DE];  
Dietrich-Bonhoeffer-Strasse 9, 73434 Aalen (DE).

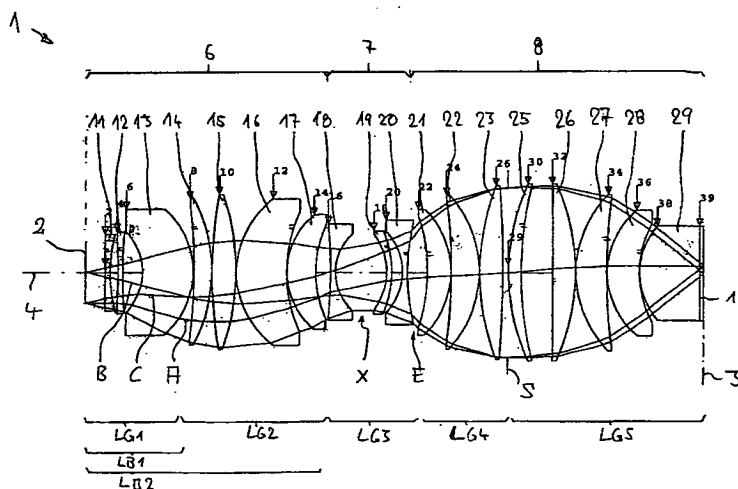
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,  
GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,  
MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **REFRACTIVE PROJECTION OBJECTIVE FOR IMMERSION LITHOGRAPHY**

(54) Bezeichnung: **REFRAKTIVES PROJEKTIONSOBJEKTIV FÜR DIE IMMERSIONS-LITHOGRAPHIE**



(57) Abstract: The invention relates to a purely refractive projection objective suitable for immersion microlithography, said objective being embodied as a single-waist system with five lens groups: a first lens group with negative refractive power, a second lens group with positive refractive power, a third lens group with negative refractive power, a fourth lens group with positive refractive power, and a fifth lens group with positive refractive power. The fourth lens group has an entrance surface (E) located close to a point of inflection of a marginal ray height between the third lens group (LG3) and the fourth lens group (LG4). There is no negative lens with substantial refractive power between the entrance surface and the system diaphragm (5). Forms of embodiment of the inventive projection objective have a very high numeric aperture  $NA > 1$  with a large image field and are characterised by a compact size. During the use of immersion fluids between a projection objective and a substrate, structural widths significantly below 100nm can be resolved for working wavelengths below 200nm.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/050321 A1

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(57) Zusammenfassung:** Ein für die Immersions-Mikrolithographie geeignetes, rein refraktives Projektionsobjektiv ist als Ein-Tailen-System mit fünf Linsengruppen ausgelegt, bei dem eine erste Linsengruppe mit negativer Brechkraft, eine zweite Linsengruppe mit positiver Brechkraft, eine dritte Linsengruppe mit negativer Brechkraft, eine vierte Linsengruppe mit positiver Brechkraft und eine fünfte Linsengruppe mit positiver Brechkraft vorgesehen sind. Die vierte Linsengruppe hat eine Eintrittsfläche (E), die in der Nähe eines Wendepunktes einer Randstrahlhöhe zwischen der dritten Linsengruppe (LG3) und der vierten Linsengruppe (LG4) liegt. Zwischen der Eintrittsfläche und der Systemblende (5) ist keine Negativlinse mit substantieller Brechkraft angeordnet ist. Ausführungsformen erfindungsgemässer Projektionsobjektive erreichen eine sehr hohe numerische Apertur  $NA > 1$  bei grossem Bildfeld und zeichnen sich durch eine kompakte Baugrösse aus. Bei Verwendung von Immersionsfluiden zwischen Projektionsobjektiv und Substrat sind bei Arbeitswellenlängen unterhalb 200nm Strukturbreiten deutlich unter 100nm auflösbar.